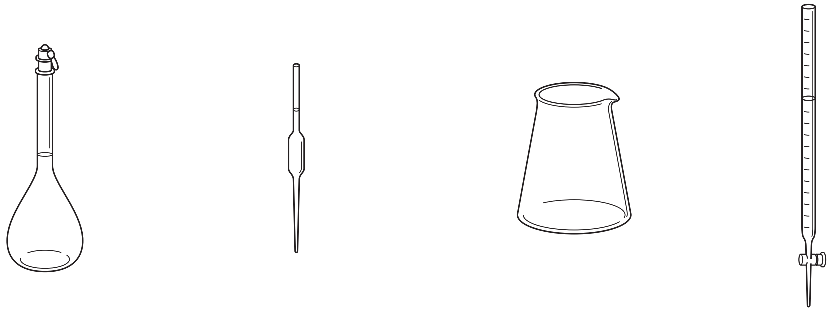
第17講　酸・塩基②

3　中和滴定

中和反応を利用すると，濃度のわからない酸(塩基)の濃度を求めることができる。また，分子量測定にも利用できるため，大事な実験の一つである。

(1)　器具

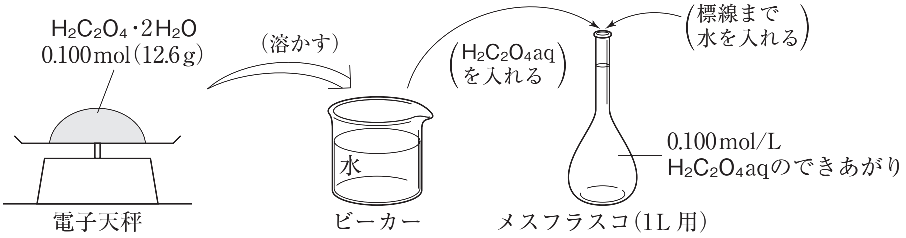
	メスフラスコ （溶液を調製）	ホールピペット （正確な体積を測りとる）	コニカルビーカー	ビュレット （溶液を滴下）
使用法	水で濡れたまま	共洗い	水で濡れたまま	共洗い



(2)　標準溶液の調製

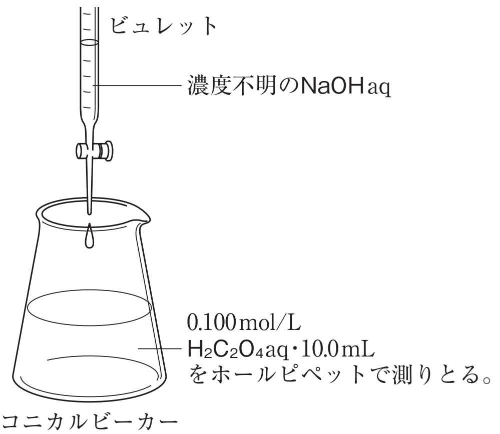
濃度が正確にわかっている溶液を標準溶液という。代表的なものにシュウ酸水溶液がある。

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液 1 L の調製



(3)　中和滴定

例：0.100 mol/L シュウ酸水溶液と濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液の中和滴定



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(4) 中和点の判断

中和点ではpHが激変する。それを利用して中和点を判断することができる。

①指示薬

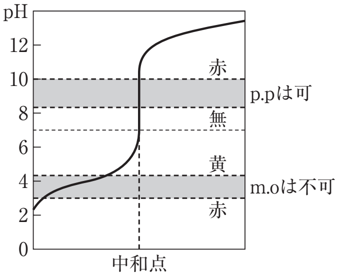
指示薬は特定のpH域で分子構造が変化し，色が変化する物質である。中和点のpHに合わせて適切な指示薬を選ぶ必要がある。

例：

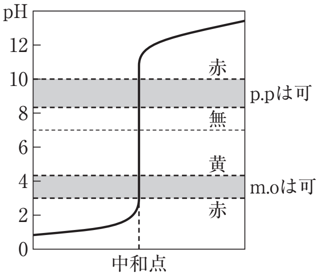
		変色域(pH)	
メチルオレンジ(m.o)	赤	3.1～4.4	黄
フェノールフタレイン(p.p)	無	8.3～10.0	赤

②滴定曲線

例：弱酸を強塩基で滴定　　　　強酸を強塩基で滴定



滴下した強塩基の体積



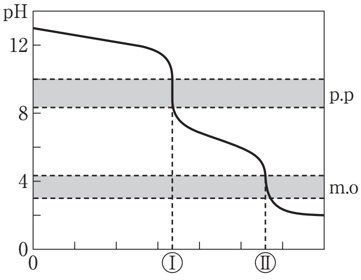
滴下した強塩基の体積

(5) 二段滴定

水酸化ナトリウムは空気中の二酸化炭素と中和反応を起こし，一部が炭酸ナトリウムに変化してしまう。この混合物中の水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムのそれぞれの量を求めるために利用されるのが二段滴定である。

Ⅰ (p.p で検出)
- $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$
- $Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaHCO_3 + NaCl$

Ⅱ (m.o で検出)
- $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow H_2O + CO_2 + NaCl$



塩酸の滴下量(mL)

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

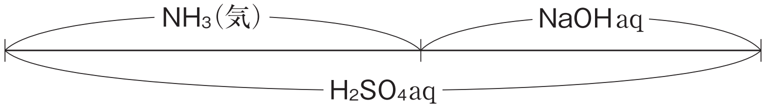
(6) 逆滴定

酸や塩基が気体の場合，通常の中和滴定の操作を行うことができない。そのときに行われるのが逆滴定である。

例：アンモニアNH_3の定量

NH_3を過剰の硫酸に通じて完全に吸収させた後，残った硫酸を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。

逆滴定を行っても，中和点では酸のH^+と塩基のOH^-が一致しているため，中和の公式をそのまま利用して計算するとよい。



（m.o指示薬）

（NH_3のmol）×（価数）＋（NaOHのmol）×（価数）
＝（H_2SO_4のmol）×（価数）

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

1　以下の文章を読み問いに答えよ。

濃度約0.2mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液がある。この水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を，シュウ酸水溶液で滴定することにより求めた。行った実験は，以下のとおりである。

実験1　0.100mol/Lシュウ酸水溶液の調製

シュウ酸二水和物($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$)を天秤で量り取り，ビーカー中で純水を加えて溶解した。溶解したシュウ酸水溶液を［(A)］に移し入れた。このとき，ビーカーに付着している水溶液も純水で洗いながら移し入れた。純水を［(A)］の標線まで加え500mLとし，よく振り混ぜて均一にした。

実験2　水酸化ナトリウム水溶液の滴定

［(B)］を用いて0.100mol/Lシュウ酸水溶液25.0mLを正確に取り，コニカルビーカーに入れた。指示薬(フェノールフタレイン)を加え，［(C)］を用いて水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ，中和点までに24.5mLを要した。

問1　正確に0.100mol/Lシュウ酸水溶液500mLを調製するためには，シュウ酸二水和物を何g量り取ればよいか求めよ。

問2　［(A)］から［(C)］には使用するガラス器具名が入る。選択肢の中から，最も適当な器具名を選べ。

（選択肢）　ビーカー，　三角フラスコ，ホールピペット，駒込ピペット，
ビュレット，メスシリンダー，メスフラスコ

問3　中和滴定により求められる水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を有効数字3桁で求めよ。

問4　0.200mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液は，質量パーセント濃度に換算するといくらになるか求めよ。なお，0.200mol/L水酸化ナトリウム水溶液の密度は$1.01 g/cm^3$として計算せよ。

2　塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合，加熱して，アンモニアを発生させた。この発生したアンモニアを0.500mol/Lの硫酸水溶液100mLに完全に吸収させ，0.500mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。ただし，発生する気体はアンモニアのみであるとする。

問1　滴定において中和に要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は100mLであった。発生したアンモニアの体積は標準状態(0℃，1.013×10^5Pa)で何Lかを求め，有効数字3桁で記せ。

問2　この実験における指示薬として最も適切なものを以下の中から選び，その記号を記せ。

a. メチルオレンジ　　b. ブロモチモールブルー　　c. フェノールフタレイン

3　水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物を水に溶かして 1.00×10^3mL とした。この水溶液を20.0mL とり，フェノールフタレインを指示薬として0.100mol/L の塩酸で滴定したところ，10.0mL 滴下した時点で水溶液の色は赤色から無色へ変化した。ついで，この水溶液にメチルオレンジを加え，同様に0.100mol/L の塩酸を用いて滴定を続けたところ，5.00mL 滴下した時点で水溶液の色は黄色から赤色へ変化した。

以上の実験結果から，水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合物中に含まれる水酸化ナトリウムの質量は［ 1 ］mg，炭酸ナトリウムの質量は［ 2 ］mg となる。

解答群　①　1.00　②　2.10　③　2.65　④　20.0　⑤　42.0
⑥　53.0　⑦　1.00×10^3　⑧　2.10×10^3　⑨　2.65×10^3

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

1　中和滴定に関する次の文を読み，下記の問いに答えよ。

濃度のわからない酢酸水溶液10.0mLを[A]を用いて正確にはかりとり，[B]にうつした。次に，[C]に入れた0.0800mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定した。

この濃度未知の酢酸水溶液10.0mLを完全に中和するのに，0.0800mol/L水酸化ナトリウム水溶液は12.5mL要した。

(1)　上の文中の[A]～[C]は実験器具である。それぞれ何か。最も適当なものを(ア)～(カ)のうちから一つずつ選べ。　器具A ①　　器具B ②　　器具C ③

(ア)　コニカルビーカー　　(イ)　メスシリンダー　　(ウ)　メスフラスコ

(エ)　ホールピペット　　(オ)　ビュレット　　(カ)　枝付きフラスコ

(2)　この実験で使用した3種の器具のうち，内壁が純水でぬれていても，酢酸水溶液の濃度の測定値に影響しないものはどれか。(ア)～(ウ)のうちから一つ選べ。

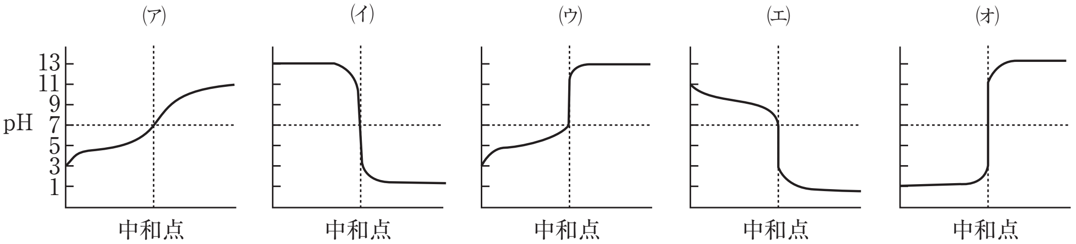
(ア)　器具A　　(イ)　器具B　　(ウ)　器具C

(3)　この中和反応に適する指示薬は次のどれか。(ア)～(エ)のうちから一つ選べ。ただし，(　　)内の値は各指示薬の変色域である。

(ア)　メチルオレンジ(pH3.1～4.4)　　(イ)　メチルレッド(pH4.4～6.2)

(ウ)　ブロモチモールブルー(pH6.0～7.6)　　(エ)　フェノールフタレイン(pH8.0～9.8)

(4)　この滴定における滴定曲線は，どのようになるか。最も適当な図を(ア)～(オ)のうちから一つ選べ。



(5)　濃度未知の酢酸水溶液のモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を(ア)～(オ)のうちから一つ選べ。

(ア)　1.0×10^{0}　　(イ)　1.0×10^{-1}　　(ウ)　1.0×10^{-2}　　(エ)　1.0×10^{-3}　　(オ)　1.0×10^{-4}

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

1　問 1　6.30g

問 2　(A)　メスフラスコ　(B)　ホールピペット　(C)　ビュレット

問 3　0.204mol/L

問 4　0.792%

2　問 1　1.12L

問 2　a

3　1　⑦　2　⑨

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

1　(1)　①　エ　②　ア　③　オ　(2)　イ　(3)　エ　(4)　ウ　(5)　イ

【解説】

(3)　弱酸と強塩基の中和反応であるため，中和点は塩基性域になり，フェノールフタレインが適切である。

(4)　弱酸に強塩基を滴下しているため，pH3 程度から pH 曲線が始まり，pH12 ～ 13 に近づいていくグラフが適切である。

(5)　酢酸水溶液のモル濃度を $x$mol/L とすると，中和点での量的関係により，

$$x \times 10.0 \times 1 = 0.0800 \times 12.5 \times 1$$

$$x = 0.100\text{mol/L}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。